

# Panorama de Pruebas Automatizadas 2016

Dispositivos más inteligentes. Sistemas de prueba más inteligentes.





# Un Aliado Tecnológico y Comercial

Desde 1976, compañías de todo el mundo, entre ellas, BMW, Lockheed Martin y Sony, han confiado en los productos y servicios de NI para construir sofisticados sistemas de pruebas y mediciones automatizadas.

Las pruebas proporcionan un gran valor a su organización al identificar defectos y recopilar datos para mejorar el diseño o el proceso. Fomentar la innovación en las pruebas, a través de la introducción de tecnologías y metodologías recomendadas, puede generar importantes mejoras en la eficiencia y la reducción de los costos. El objetivo de las Perspectivas de Pruebas Automatizadas es ampliar y profundizar el alcance de las iniciativas existentes y proporcionar la información necesaria para tomar decisiones técnicas y comerciales clave.

## Tabla de Contenidos

- 05

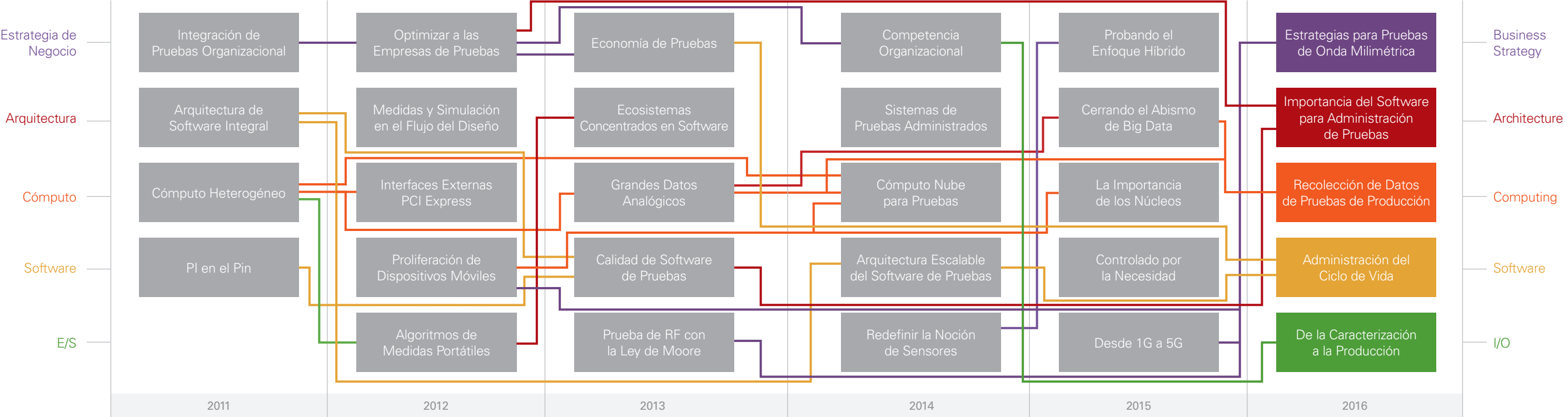
**Recolección de Datos de Prueba de Producción**  
Las organizaciones de fabricación de semiconductores son pioneras en el análisis de datos en tiempo real para reducir el costo de las pruebas de fabricación.
- 07

**El Software, Pieza Fundamental para la Gestión del Ciclo de Vida**  
La obsolescencia, la rotación de sistemas operativos y la compatibilidad representan un desafío para los proyectos con un ciclo de vida prolongado un problema que vale la pena volver a analizar.
- 09

**La Importancia del Software para Administración de Pruebas**  
Las pruebas comerciales estándar ejecutables son soluciones eficaces para manejar el influjo de nuevos lenguajes de programación.
- 11

**Estandarización de Plataformas: desde la Caracterización hasta la Producción**  
Las empresas RFIC reúsan la propiedad intelectual y la estandarización de hardware en todo el ciclo de diseño del producto para reducir los costos y acortar el tiempo de comercialización.
- 13

**Uso de Ondas Milimétricas en la Estrategia de Prueba**  
Los administradores de pruebas están adoptando soluciones modulares para validar económicamente los componentes de alta frecuencia.



# ¿Cómo Llegamos a las Tendencias?

Como proveedor de tecnología de pruebas para más de 35 000 empresas cada año, recibimos una amplia variedad de comentarios de diversas industrias y geografías. Esta amplia base crea una gran cantidad de datos cuantitativos y cualitativos de los cuales extraer información.

Nos mantenemos actualizados en las tendencias de la tecnología a través de nuestras actividades internas de investigación y desarrollo (I+D). Como compañía impulsada por la tecnología, invertimos más del 16 % de nuestros ingresos anuales en I+D. Pero como compañía que se enfoca en integrar tecnología comercial en la industria de pruebas y mediciones, nuestra inversión de I+D se aprovecha varias veces en las tecnologías comerciales que adoptamos. De este modo, mantenemos relaciones estrechas y estratégicas

con nuestros proveedores. Realizamos intercambios de tecnologías semestrales con proveedores clave que construyen tecnologías de PC, convertidores de datos y componentes de software para obtener su punto de vista sobre las próximas tecnologías y las maneras en que estos proveedores están invirtiendo sus recursos en investigación. Luego, integramos esto con nuestro propio punto de vista. También tenemos un programa académico intensivo que incluye investigación patrocinada en todas las disciplinas de ingeniería en universidades de todo el mundo. Estos proyectos ofrecen mayor conocimiento de las direcciones de las tecnologías muy por delante de la comercialización.

Y, finalmente, promovemos comités de asesores cada año en donde reunimos líderes de los departamentos

de ingeniería de pruebas para discutir las tendencias y compartir prácticas recomendadas. Estos comités incluyen representantes de todas las industrias y áreas de aplicación más importantes, desde pruebas de aviones de combate hasta el último smartphone y dispositivos médicos para implantes. El primero de estos foros, el Automated Test Customer Advisory Board tiene un enfoque global y va por su 16° año. También realizamos reuniones, llamadas, comités asesores regionales, en todo el mundo. Anualmente, estos eventos incluyen a más de 300 de los mejores líderes que desarrollan sistemas de pruebas automatizadas

Hemos estructurado estas perspectivas en cinco categorías (ver la figura de arriba). En cada una de estas categorías, resaltamos una tendencia importante que

creemos va influenciar significativamente las pruebas automatizadas en los próximos uno a tres años. Cada año actualizamos las tendencias en estas categorías para reflejar los cambios en tecnología u otras dinámicas del mercado. Incluso modificaremos las categorías si los cambios son suficientemente significativos.

Conforme a nuestras conversaciones en persona sobre estas tendencias, esperamos que las Perspectivas de Pruebas Automatizadas sean una discusión bilateral. Nos encantaría escuchar su opinión sobre los cambios de tecnología en la industria, para poder integrar sus comentarios en estas perspectivas conforme evoluciona cada año. Escriba a [ato@ni.com](mailto:ato@ni.com) o visite [ni.com/test-trends](http://ni.com/test-trends) para discutir estas tendencias con sus colegas.



# Recolección de Datos de Prueba de Producción

Todos los años las empresas de fabricación de semiconductores acumulan decenas de terabytes de datos de pruebas de fabricación cuyo valor inherente e impacto sobre el resultado final se pierden.

La explosión de dispositivos del Internet de las Cosas desafiará las capacidades de las empresas: los productos se están volviendo más complejos mientras que se disparan las expectativas de calidad; esto hace que los programas de prueba y los datos que generan aumenten su tamaño exponencialmente. Los datos se recopilan de fuentes y procesos dispersos geográficamente y la prevención de devoluciones o RMA requiere la conservación de datos durante meses e incluso años. Sin embargo, no todo está perdido. Las principales empresas de semiconductores son pioneras en una estrategia de análisis multifacético de datos masivos para mejorar el rendimiento de producción del producto, evitar los escapes de prueba (los elementos omitidos por el proceso de prueba) y agilizar la administración de RMA. Esta estrategia está creando un modelo de cómo las organizaciones de prueba de producción en otras industrias pueden concretar los beneficios del análisis de datos.

### Recopilación y Detección

Proporcionar una base sólida para el análisis de datos masivos en las operaciones de fabricación presenta dos desafíos principales. El primero es la recopilación de datos de la organización que realiza las pruebas en un formato estandarizado y la rapidez en su entrega, independientemente de su ubicación. La mayoría de los proveedores de semiconductores tienen cadenas de suministro integradas por distintas empresas de diferentes países, que llevan a cabo la fabricación, el ensamble y las pruebas. Esto impide que los ingenieros de productos tengan acceso rápido a datos de prueba finales coherentes. Es necesario adoptar un enfoque estandarizado para la recopilación de datos a través de una cadena de suministro global para que las empresas aprovechen mejor el conocimiento contenido en los datos.

El segundo desafío es el almacenamiento de datos durante largos períodos, que garantice la facilidad de acceso para realizar un análisis detallado. Para las empresas que participan en los segmentos de mercado que exigen productos electrónicos de alta calidad,

son fundamentales los procesos que puedan ayudar a limitar los escapes de prueba, resolver rápidamente las fallas en el campo y administrar las devoluciones. Estos procesos han generado una mayor necesidad de que los ingenieros de operaciones trabajen en colaboración con TI para planificar cómo se administran los datos de prueba globales. ¿Se almacenarán los datos en una ubicación local, en la nube o en una combinación de las dos?

Las soluciones de datos masivos deben almacenar y proporcionar acceso rápido a enormes cantidades de información (decenas a cientos de terabytes) y permitir que los equipos realicen las tareas de manera más eficiente.

### De Reactivo a Proactivo

El acceso a los datos en tiempo real ayuda a resolver muchos problemas, pero solo si un usuario puede extraer información rápidamente de esos datos. Y en el caso de los datos de fabricación de semiconductores, gran parte de ese valor depende de la rapidez del análisis. Cuanto más rápido el usuario pueda analizar los datos, más valiosos serán los resultados.

En muchas industrias, la minería de datos es un proceso “reactivo”. Cuando algo sale mal (por ejemplo, de campo), el equipo de ingenieros de un producto comienza a analizar los datos para determinar el problema, corregirlo y aplicar medidas para evitar que ocurra de nuevo. Pero en muchos casos el daño está hecho, ya sea porque se retiró un producto o se produjo un impacto negativo sobre los ingresos generados por el producto. El reto es detectar estos problemas con la suficiente anticipación para mitigarlos.

Uno de los principales beneficios del análisis de datos masivos es ser “proactivo” analizando de forma automática y en minutos, cualquier cantidad de datos, las 24 horas del día. En la fabricación de semiconductores, los ingenieros pueden integrar su conocimiento en motores de búsqueda con reglas automatizadas que

procesan datos las 24 horas del día, buscan problemas de fabricación y proporcionan alertas inmediatas.

### Actuar a partir de los Datos

Eliminar el problema representa un cambio de paradigma para los ingenieros de producto y producción. Ayuda a enfatizar la resolución de problemas en lugar de buscarlos continuamente y encontrarlos demasiado tarde para realizar un cambio significativo.

“Empresas como Optimal+ están actuando bajo la promesa de datos masivos para la fabricación de semiconductores, proporcionando la capacidad casi en tiempo real para analizar los datos y actuar a partir de la información obtenida reducir el costo de prueba y mejorar la calidad del producto. Esta tendencia continuará a medida que otras industrias comiencen a aprovechar las ventajas de los datos masivos.”

—Mike Santori, Asociado de Negocios y Tecnología, NI

Un ejemplo sencillo es un probador de obleas o una placa de carga que está empezando a fallar. Por lo general, el efecto inmediato es una caída en el rendimiento. Sin embargo. En algunos casos, el problema puede pasar inadvertido por horas o más. Si el rendimiento cae un 6 por ciento durante ese tiempo, cualquier material probado durante ese período se pierde irremediablemente.

Los ingenieros de producción pueden configurar una regla que compruebe cualquier caída de rendimiento relevante a nivel estadístico, en cualquiera de las instalaciones de prueba de la cadena de suministro. En cuanto se activa la regla, el motor alerta a las personas pertinentes para que

tomen medidas en cuestión de minutos y, en este caso, protejan el rendimiento.

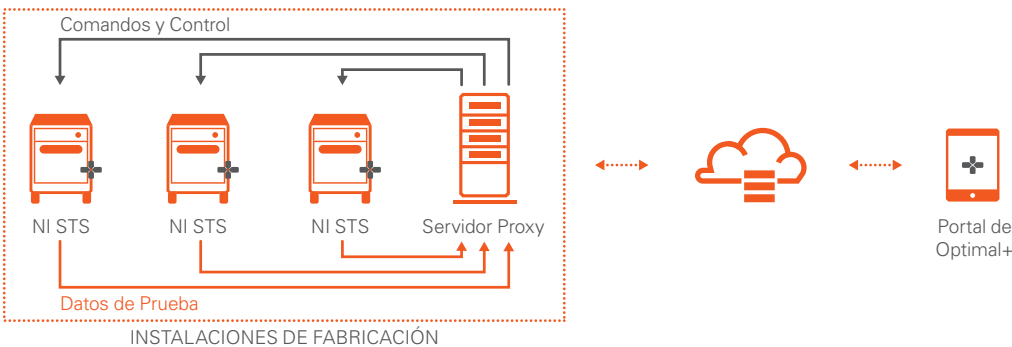
Un problema que afecta la calidad de los dispositivos semiconductores es el número de “contactos” físicos durante el ordenamiento de obleas. Dependiendo de la política de repetición de pruebas, y debido a la intención de “aprobar” un dispositivo, una pastilla (también conocida como die o dado) puede sufrir demasiados contactos, lo que pone en riesgo su calidad y confiabilidad a largo plazo. Pero si el dispositivo pasa las pruebas como “aprobado”, ¿qué se puede hacer para evitar que se envíe a la cadena de suministro? Cada pastilla de cada lote se puede evaluar mediante el uso de análisis, entre el ordenamiento de obleas y la prueba final, para ver cuántos contactos recibe. Si alguna pastilla registra más contactos de lo que se considera aceptable, esa pastilla se puede re-etiquetar como “no aprobada” antes de que pase al armado o la prueba final, lo que elimina una pastilla altamente sospechosa de la cadena de suministro.

### De los Errores se Aprende

Cualesquiera sean los puntos débiles de una empresa (el rendimiento, la calidad o la productividad), las soluciones de datos masivos pueden ayudar a mejorar las métricas operacionales analizando de forma automática los datos de fabricación basándose en reglas que encarnan todo el conocimiento y la experiencia de los equipos de operaciones. En la actualidad, muchas de las empresas de semiconductores más grandes del mundo, tanto del tipo IDM como las que no cuentan con fábricas, están aprovechando el poder del análisis de datos masivos para recopilar, detectar y actuar a partir de los datos de fabricación globales e impulsar el rendimiento y la productividad, mejorando, a la vez, la calidad general. En última instancia, esto aumenta los márgenes de ganancias y la cuota de mercado.

Artículo contribuido por:  
David Park, Vice Presidente de Worldwide Marketing, Optimal+

## INFRAESTRUCTURA DE DATOS MASIVOS DE OPTIMAL+ CON NI STS



# El Software, Pieza Fundamental para la Gestión del Ciclo de Vida

En el año 2015, el Departamento de Defensa de EE. UU. anunció que el bombardero B-52, presentado en 1952, seguirá en funcionamiento hasta 2044, un ciclo de vida de casi 100 años.

Uno de los mayores costos operativos asociados a los sistemas de pruebas automatizadas, especialmente en la industria aeroespacial y de defensa, es el costo de soporte y mantenimiento durante la vida útil del sistema. La administración proactiva del ciclo de vida requiere diseñar administradores de pruebas de fácil mantenimiento, monitorear de manera diligente los equipos de pruebas automatizadas (ATE) y realizar el seguimiento de las notificaciones del final del ciclo de vida útil (EOL) de instrumentos y componentes.

Si bien la administración del ciclo de vida tal vez no sea un concepto nuevo, la realidad es que la evolución de la tecnología móvil, la obsolescencia acelerada del hardware y la enorme cantidad de software de prueba complican esta tarea cada vez más.

**La Evolución de los Ciclos de Vida de los Sistemas Operativos**  
En tan solo una década, los proveedores de sistemas operativos han hecho la transición de producir un solo sistema operativo y mantenerlo durante varios años, como ocurrió con Microsoft Windows XP (cuyo soporte duró 13 años), al paradigma actual que se dirige a los usuarios móviles, que esperan actualizaciones constantes. Esto requiere que los proveedores de sistemas operativos produzcan nuevas versiones y corrijan retroactivamente errores con actualizaciones diarias. IDC, la empresa de inteligencia de mercado global, prevé que los teléfonos inteligentes y las tabletas controlarán el 88,4 por ciento del mercado de dispositivos inteligentes conectados en 2019, dejando a las PC portátiles y de escritorio con solo el 11,6 por ciento.

Dado que los dispositivos móviles controlan la mayor parte del mercado, los proveedores de sistemas operativos continuarán priorizando el usuario móvil. Este cambio representa un obstáculo monumental para los sistemas de prueba que se basan en un sistema operativo estable para eliminar la necesidad de la

revalidación del sistema. Como resultado de ello, algunas organizaciones están adoptando sistemas basados en Linux para tener más control sobre el sistema operativo. Otro enfoque consiste en reducir al mínimo la cantidad de sistemas operativos para reducir la carga de las organizaciones de ingeniería de pruebas y de TI.

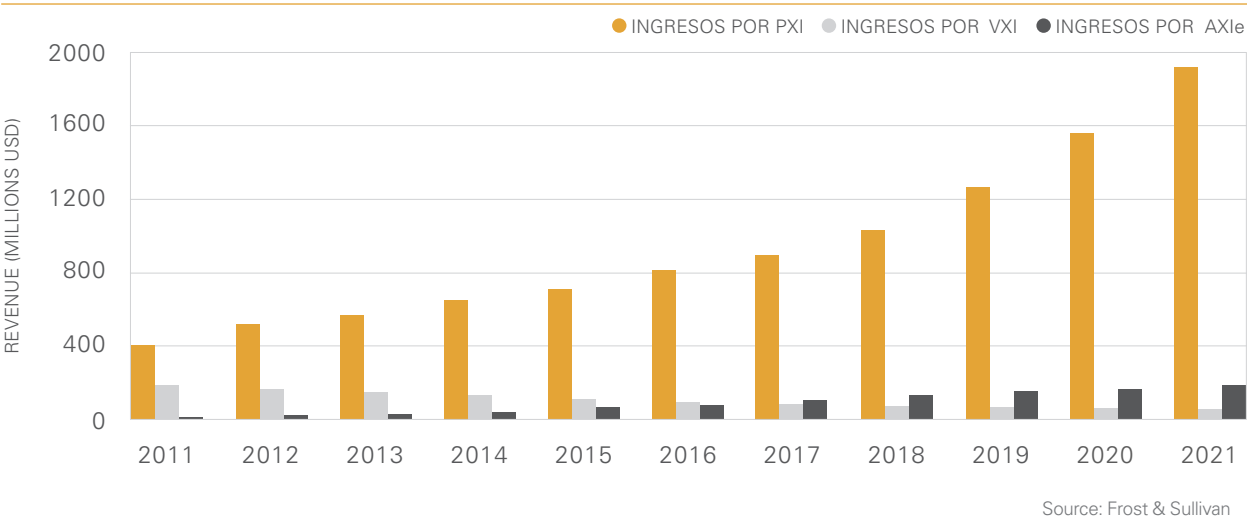
Muchos sistemas de prueba antiguos contienen varios sistemas operativos, lo que introduce el riesgo de revalidación debido a las actualizaciones individuales de los sistemas operativos. Uno de los principales beneficios de las plataformas modulares, como VXI o PXI, es el sistema operativo único que controla todos los instrumentos en el chasis o el sistema.

**Deterioro Acelerado de VXI y los Instrumentos Heredados**  
A fines de la década del 80 y principios de los 90, la comunidad aeroespacial y de defensa adoptó el estándar VXI como la plataforma comercial modular para los sistemas ATE. Sin embargo, a medida que VXI se vuelve obsoleto y disminuye el soporte para los instrumentos heredados, aumenta la presión sobre los programas para que migren a una alternativa estable. Esto se ve agravado por el plazo de conversión RoHS que se avecina, lo que aumentará la tasa de fin de vida útil de componentes e instrumentos.

Durante la última década, PXI ha reemplazado a VXI como la plataforma modular principal para sistemas ATE debido al tamaño, rendimiento, costo y el nivel de innovación de la plataforma. Con cerca de 70 proveedores que ofrecen más de 1500 instrumentos PXI y un flujo constante de innovación, PXI seguirá ofreciendo mayor valor a los sistemas ATE de ciclo de vida prolongado.

**Rutas de Migración Compatibles con TPS**  
A medida que los equipos migran de los sistemas de prueba basados en VXI a los basados en PXI,

LA INNOVACIÓN Y LA ESTABILIDAD HACEN DE PXI EN LA PLATAFORMA



la inversión necesaria para modernizar el hardware palidecerá en comparación con la que es necesaria para la actualización y validación del software. Debido a la criticidad del sistema y las regulaciones estrictas de seguimiento de los requisitos y validación de software, tan solo abrir, guardar y revalidar el conjunto de un programa de pruebas (TPS), o una secuencia de prueba, puede costar cientos de miles de dólares.

Recientemente, los ingenieros han adoptado instrumentos diseñados con software con FPGA programables por el usuario para aumentar

versiones de los controladores para minimizar el impacto sobre la capa de abstracción del hardware. Por ejemplo, NI está colaborando con Astronics Corporation para llevar los instrumentos VXI restantes a la plataforma PXI, como el contador de intervalos de tiempo de frecuencia Astronics PXIe-2461, que conserva la compatibilidad de TPS con los sistemas heredados. A pesar de realizar sus mejores esfuerzos, los proveedores no siempre pueden ofrecer alternativas compatibles con los TPS. En estas situaciones, un enfoque común es emular la funcionalidad del instrumento heredado.

“El costo de volver a escribir un TPS debido a la sustitución de la instrumentación obsoleta en un sistema de prueba es de aproximadamente USD 150 000/TPS. Cuando se multiplica por docenas de TPS por sistema de prueba y de tres a cinco generaciones de equipos de prueba durante la vida útil solo el potencial de ahorro en costos de TPS es significativo. Cualquier esfuerzo por amortiguar esta transición resultará invaluable”.

—David R. Carey, PhD, Profesor Asociado de Ingeniería Eléctrica, Wilkes University

las capacidades de los instrumentos estándar con funcionalidad personalizada para emular el comportamiento heredado. Por ejemplo, se pueden rediseñar los filtros y los disparadores que eran comunes en los instrumentos de hace 20 años y son obsoletos en los instrumentos actuales.

Dado que los cambios menores de software pueden repercutir considerablemente en la compatibilidad de TPS, los proveedores de instrumentos deben ofrecer opciones de migración de hardware compatibles con los TPS. Esto incluye preservar la funcionalidad de los controladores, las API y las dependencias entre las

**Volver al Punto de Partida**  
Ya sea que esté administrando la plataforma del bombardero B-52 o presentando una nueva línea de sistemas de información y entretenimiento para el automóvil inteligente, la administración del ciclo de vida es fundamental. Puede ser algo que deje para último momento (y le salga muy caro) o resultar una ventaja competitiva. Ante el dominio de las tecnologías móviles en el mercado, el deterioro acelerado de la instrumentación heredada y los costos en aumento de la validación de software, las mejores organizaciones de cada ámbito se distinguirán por las arquitecturas y estrategias de prueba escalables.

# La Importancia del Software para Administración de Pruebas

la mayoría de las organizaciones que realizan pruebas automatizadas desde hace tiempo, probablemente esté viendo cómo aumenta la cantidad de lenguajes. Gracias a las formas de abstracción más especializadas de los lenguajes de programación actuales de más alto nivel, este problema no va a desaparecer pronto.

La evolución está arraigada profundamente en la historia de los lenguajes de programación y el afán por alcanzar niveles más altos de abstracción, y comienza con el primer lenguaje de programación de alto nivel, FORTRAN. Desarrollado en 1953 por John Backus, FORTRAN abordó la necesidad de un mayor nivel de abstracción para los procesos de máquinas construidos en torno a la forma en que los seres humanos comunican de forma natural sus ideas: a través del lenguaje.

“Atacamos los desafíos exclusivos de cada prueba con el mejor lenguaje para cada tarea en cuestión. Mediante el uso de software comercial estándar de administración de pruebas para que actúe como un gran unificador durante todo el ciclo de vida del producto, aumentamos considerablemente nuestra productividad de ingeniería y minimizamos el tiempo de comercialización”.

— Simon Wiedemer, Jefe de Arquitectura de Pruebas Automatizadas, Festo AG & Co. KG

Tras el éxito de FORTRAN, se desarrollaron otros lenguajes como C, Pascal, ATLAS y PAWS. Y con cada nuevo lenguaje llegaron niveles más potentes de abstracción, como la programación orientada a objetos. Algunos de estos nuevos modelos de cómputo se desarrollaron para tareas de programación de propósito general, pero algunos se crearon para una aplicación en particular. Por ejemplo, LabVIEW se desarrolló para aplicaciones de pruebas, medición y control, y Python para tareas de scripting rápido.

Estos niveles cada vez mayores de abstracción dan como resultado lenguajes más adecuados para tareas específicas. En la actualidad, los mejores administradores de pruebas diseñan sistemas de prueba que aprovechan la potencia de varios lenguajes y ahorran tiempo de desarrollo mediante el uso de software de administración de pruebas.

### Desarrollo Tradicional de los Sistemas de Prueba

Como el software es la columna vertebral de la automatización cuando se construye un sistema de prueba, muchas organizaciones prefieren estandarizarse con un solo lenguaje general, que se utiliza para todos los aspectos del diseño del sistema de pruebas, desde los ensayos de componentes individuales hasta la administración de pruebas generalizadas. El resultado final es el desarrollo de un enfoque homogéneo de software de pruebas. La principal ventaja es que todos los miembros de un equipo pueden trabajar en un mismo entorno estandarizado, lo que permite el intercambio fácil de bibliotecas y módulos de código dentro de todo el equipo. La capacitación para este enfoque también se simplifica en gran medida, porque el equipo aprende y trabaja en un único entorno.

Sin embargo, la estandarización con un único lenguaje presenta algunos inconvenientes. El uso de un solo lenguaje puede limitar a los recién contratados a un determinado conjunto de habilidades o forzar a los empleados recién contratados a aprender herramientas nuevas. Este tema del desarrollo de un lugar de trabajo calificado se exploró en las Perspectivas de Pruebas Automatizadas 2014. Una vez que los estudiantes se gradúan, suelen tener preferencia por uno o más lenguajes específicos y experiencia en algunos

de ellos. Además, cuando se incorporan nuevos gerentes, normalmente optan por implementar un lenguaje de su elección, lo que ocasiona problemas de adaptación a nivel organizacional. Esto puede ser un ejercicio costoso que con frecuencia requiere migración de código, revalidación de la base de código y capacitación adicional en el nuevo lenguaje.

Los mejores gerentes de pruebas deben buscar un nuevo enfoque para el desarrollo del sistema de prueba que genere un sistema heterogéneo a partir de varios lenguajes. Este tipo de enfoque permite que un equipo utilice varios lenguajes, para construir sistemas de pruebas más potentes. Por ejemplo, Python podría utilizarse para las pruebas de validación y verificación (V&V) de scripting basadas en código desarrollado por los ingenieros de investigación y desarrollo (I+D). En el mismo sistema, C# podría utilizarse para desarrollar una interfaz orientada a objetos para el hardware personalizado o las bibliotecas .NET existentes mientras que LabVIEW se comunica con el hardware y recopila datos. Como todos los lenguajes están diseñados para trabajar con aplicaciones específicas, utilizar cada uno para aprovechar sus puntos fuertes debería, en última instancia, ahorrar tiempo y dinero.

Aunque este enfoque es beneficioso, puede representar un nuevo desafío para el desarrollo de los sistemas de prueba: ahora es necesario que diferentes lenguajes trabajen y se comuniquen entre sí para formar un solo sistema. Para resolver esto, los ingenieros de pruebas tienen que comprender no sólo el entorno en el que se especializan sino también los demás, para interactuar adecuadamente con ellos.

### La Solución de Software

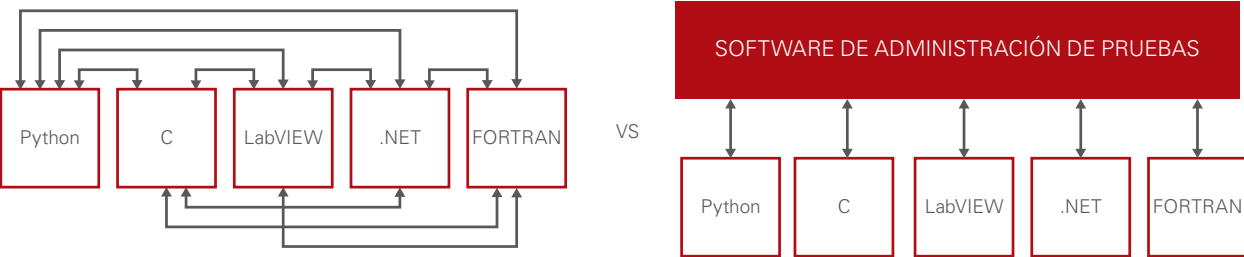
Los departamentos de pruebas están recurriendo a software comercial estándar de administración de

pruebas para actuar como una especie de piedra de Rosetta mediadora entre los diferentes lenguajes. Este software no sólo ofrece a los usuarios un entorno común en el que pueden trabajar con cualquier tipo de código de prueba, sino que también realiza tareas ejecutivas, como la secuenciación y la llamada de cada prueba, el manejo del registro de datos y la generación de reportes. Cada ingeniero puede centrarse luego en escribir la mejor prueba para cada componente del DUT sin tener que preocuparse acerca de cómo comunicarse con las otras partes del código. Y puesto que los ingenieros pueden utilizar los entornos que les resultan más cómodos, una organización se puede centrar en la contratación de ingenieros con habilidades exclusivas para sus aplicaciones,

Además, los gerentes de pruebas pueden aprovechar toda la potencia de un diseño heterogéneo al tiempo que se evitan los nuevos desafíos que introduce tal diseño. Esto incluye el uso de software de administración de pruebas para contar con un proceso de desarrollo más modular, que produce un sistema más fácil de mantener y actualizar porque cada componente se puede actualizar de forma individual sin afectar el resto del sistema de prueba.

En última instancia, los administradores de pruebas suelen incluir el respaldo de sus proveedores comerciales que aplican parches y actualizan continuamente el software de prueba, lo que compensa aún más el costo de mantenimiento y aumenta la sustentabilidad de estos sistemas. Gracias a estas ventajas, combinadas con los beneficios de un diseño heterogéneo del sistema de prueba, los mejores gerentes de pruebas están construyendo el futuro de las pruebas automatizadas.

### ENFOQUES HETEROGÉNEOS DE DESARROLLO DE PRUEBAS





# Estandarización de Plataformas: desde la Caracterización hasta la Producción

En 1983, el precio minorista del primer teléfono móvil que se comercializó era USD 3995, casi USD 10 000 en la economía actual. Admitía una sola banda, pesaba casi un kilo, y era del tamaño de un ladrillo.

Dos décadas más tarde, un “teléfono mundial” tetra-banda cuesta unos pocos cientos de dólares. Incluso un teléfono móvil básico que admite más de 20 bandas celulares, además de Bluetooth, LAN inalámbrica y tecnología GPS se vende por menos de USD 100 en la actualidad.

Si bien esta dramática caída de los precios ha beneficiado considerablemente a los consumidores, ha creado importantes desafíos para los que suministran los componentes de RF incluidos en su interior. Diez años atrás, lo normal era un amplificador de potencia GSM de función única. Hoy en día, muchos RFIC son considerablemente más complejos. Ellos son compatibles con múltiples

en mano a la construcción interna de administradores de pruebas optimizados en costo y basados en instrumentos comerciales. La capacidad para especificar un administrador de pruebas para un circuito integrado específico, junto con las mejoras en la tecnología de instrumentación, puede reducir considerablemente el costo de las pruebas. Este cambio a un administrador personalizado ha resultado un factor importante en el éxito de las plataformas de instrumentación modular como PXI en la fabricación, particularmente porque los instrumentos modulares han demostrado un excelente rendimiento sobre capital.

### La Competencia y la Innovación Aumentan la Presión sobre el Costo

A medida que se intensifica la competencia en el mercado y se acelera la innovación inalámbrica se complica la reducción de los costos, es importante reconocer que se requieren ciclos más cortos de lanzamiento de los productos a mercado para la competitividad. Como una gran parte de los costos de las pruebas de manufactura ya se redujeron mediante el uso de instrumentos modulares, las organizaciones deben encontrar nuevas formas de mejorar la eficiencia del desarrollo de los productos.

Una práctica cada vez más importante es acortar el ciclo de diseño del producto, mediante la estandarización en el diseño y en las herramientas de prueba. En el pasado, los equipos de desarrollo de productos solían utilizar diferentes prácticas y equipos de diseño y prueba en cada fase del desarrollo del producto.

Para ser rentables, las empresas deben mejorar la eficiencia entre las fases del ciclo de desarrollo del producto. Como resultado, muchas empresas están adoptando enfoques de plataforma integrada para reducir los costos totales de prueba, así como para acortar el tiempo de comercialización. Como afirma el Informe McClean 2015, las organizaciones deben dedicar un

mayor esfuerzo en la “reducción de los gastos de diseño, desarrollo y fabricación de los circuitos integrados para que la industria mantenga su reducción continua en el costo por función”.

Aunque el deseo de utilizar una plataforma de prueba común que abarque desde el diseño a las pruebas de producción no es algo novedoso, las innovaciones en los equipos de prueba lo están volviendo posible. Hace una década, los equipos de prueba que podrían haber utilizado los ingenieros en sus laboratorios de caracterización simplemente no eran lo suficientemente rápidos para pruebas de fabricación de alto volumen, y era necesario utilizar herramientas diferentes durante el ciclo de vida del producto.

En la actualidad, los instrumentos PXI ofrecen la precisión de medición necesaria para I+D y la velocidad requerida para las pruebas de manufactura. Como resultado, las organizaciones se están estandarizando cada vez más en plataformas de instrumentación modular durante todo el ciclo de diseño, lo que reduce directamente el costo asociado con la correlación de los resultados de medición. Además de las mejoras en la velocidad y la calidad de medición de PXI, hay sistemas específicos por aplicación, como el sistema de prueba NI Semiconductor Test System, construido sobre la plataforma PXI junto con una carcasa robusta, fixturas, control de DUT y el software llave en mano necesario para ser usado en el entorno de fabricación de semiconductores.

### Las Fusiones y Adquisiciones Impulsan la Estandarización

Otros factores que impulsan la necesidad de estandarizar plataformas comunes de diseño y prueba son las fusiones y adquisiciones en el sector de los semiconductores. Aunque la consolidación de los proveedores permite a las empresas hacer frente a un conjunto más amplio de

componentes en un dispositivo móvil en particular, afecta especialmente a los equipos de ingeniería responsables de llevar los productos al mercado.

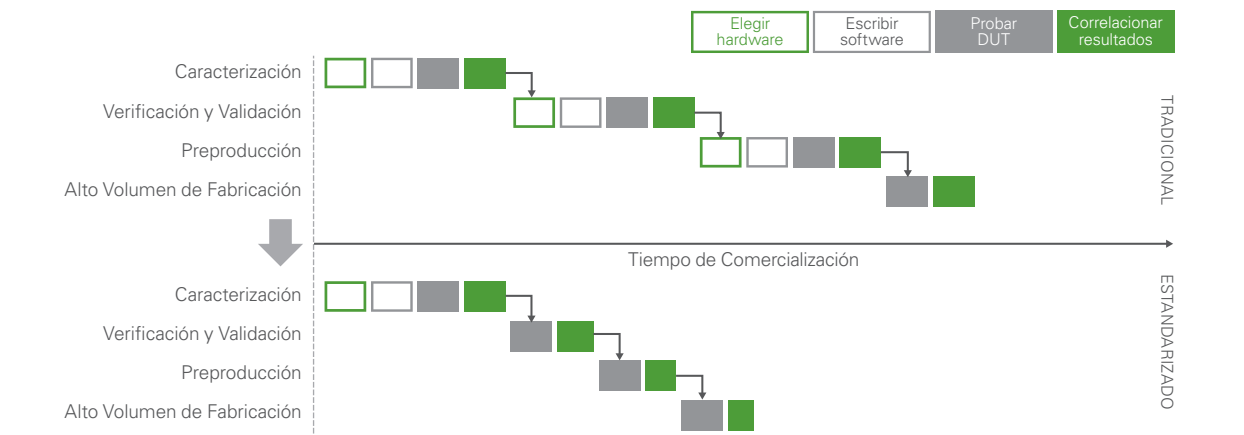
Por lo general, este impacto se produce por la fusión de equipos de ingeniería esparcidos geográficamente que tienen sus propias preferencias en lenguajes de programación, estrategia de pruebas e inversiones en herramientas.

Como resultado, muchas organizaciones buscan la estandarización. Un enfoque fundamental consiste en utilizar una arquitectura base única desde las mediciones automatizadas en I+D hasta las mediciones automatizadas en las pruebas de fabricación. Al compartir una arquitectura de software de pruebas común, junto con el uso de la misma tecnología de medición durante todo el ciclo de diseño, las organizaciones han reducido el costo de desarrollo del software de prueba y, en última instancia, han reducido el tiempo de comercialización.

### El Statu Quo Deja Dinero sobre la Mesa

Al igual que la era digital hizo commodities a los circuitos integrados digitales, la era de la información está haciendo lo mismo para los circuitos integrados analógicos. La conversión a un commodity viene acompañada por un costo menor y requiere un enfoque drásticamente nuevo para realizar las pruebas. En una era en la que la estrategia de prueba se considera una ventaja competitiva, las organizaciones están utilizando la estandarización en una plataforma en común como un método para reducir los costos de las pruebas. Sin embargo, si una organización no está considerando este enfoque, podría estar en problemas. Aunque los viejos métodos conocidos a veces son más fáciles, los costos y las ineficiencias adicionales pueden reducir las ganancias de la empresa.

## DESARROLLO DEL PRODUCTO ACELERADO A TRAVÉS DE LA ESTANDARIZACIÓN



estándares de radio y bandas con tecnologías más avanzadas, tales como fuentes de alimentación dinámicas, interfaces digitales MIPI y mucho más.

Para mantener los márgenes de ganancias al mismo tiempo que se contrae el precio de venta, las empresas deben reducir el costo de diseño y prueba de los semiconductores. Dado que el costo de las pruebas suele ser cerca de la mitad del costo de los bienes vendidos, de acuerdo con IC Insights, los proveedores de RFIC han renovado el enfoque en la reducción del costo de las pruebas de manufactura.

Durante la última década, este enfoque ha producido un cambio significativo, pasando de soluciones ATE llave

# Uso de Ondas Milimétricas en la Estrategia de Prueba

Las expectativas de integración de ondas milimétricas (mmWave) en los protocolos de conectividad y comunicaciones definidos por el IEEE y 3GPP son elevadas. WiGig (802.11ad) ya ofrece alto rendimiento y conectividad de baja latencia para numerosas aplicaciones.

El estudio de frecuencias que van de 24 GHz a 86 GHz de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2015 muestra la importancia de las frecuencias de ondas milimétricas para comunicaciones inalámbricas 5G. Los beneficios de la ampliación de las redes de comunicaciones a ondas milimétricas se derivan de las características físicas de la operación a frecuencias tan altas. Estos incluyen una mayor eficiencia de señal en anchos de banda más amplios, longitudes de onda más cortas que requieren componentes más pequeños y

“La investigación de ondas milimétricas ha presentado un gran número de propuestas tecnológicas, y puesto que las frecuencias de operación y los anchos de banda no se han definido, los sistemas para la caracterización, validación y verificación (V&V), así como las pruebas de producción demostrarán ser invaluable en su capacidad de adaptarse a las nuevas normas”.

—Amarpal (Paul) Khanna, PhD, Asociado de IEEE, Director General de IMS 2016 y Gerente de I+D en NI

permiten que se coloquen más antenas en el mismo espacio, así como el manejo de mayor capacidad de red y aislamiento de usuarios simultáneos.

Los consumidores obtienen beneficios materiales, pero los fabricantes de RFIC se enfrentan a nuevos desafíos cuando no pueden transferir directamente las metodologías utilizadas para probar las normas anteriores. Los principales fabricantes de RFIC tendrán que adoptar hardware modular y software escalable para probar las frecuencias milimétricas con éxito, tanto a nivel financiero como técnico.

## Impacto sobre la Estrategia de Negocios

Los beneficios de la tecnología de ondas milimétricas en aplicaciones de consumo apuntan a una cartera compleja y económicamente desafiante de diseños de circuitos RFIC necesarios para servir a una variedad de aplicaciones de nicho.

En la actualidad los fabricantes de RFIC deben institucionalizar el uso de elementos comunes en múltiples diseños o aceptar menores márgenes de ganancia para mantenerse competitivos.

Las consideraciones económicas se magnifican aún más en el diseño de un estándar emergente como 5G. Las nuevas propuestas generan incertidumbre en cuanto a qué espectro se incluirá en la norma en última instancia. A menos que los sistemas de prueba sean flexibles, invertir antes de que las normas estén finalizadas genera un alto riesgo de que los costos sean irre recuperables.

Para mitigar estos altos costos iniciales, los fabricantes han utilizado métodos de prueba como “Golden DUT” y autodiagnóstico incorporado. Pero estas opciones de bajo costo no son suficientes para validar plenamente los diseños. Se debe aplicar un verdadero rigor metrológico para garantizar que los productos se puedan certificar y ajustar a las especificaciones y normas. Esto sólo se puede lograr a través de la validación de rendimiento utilizando instrumentos de prueba confiables.

Mantener la flexibilidad de las pruebas es difícil debido a los costos de soporte de las nuevas frecuencias y anchos de banda, así como los costos de las inversiones en las frecuencias que, en última instancia, quedan obsoletas. De manera similar a la reutilización que subyace en las estrategias exitosas de diseño de circuitos integrados, invertir en el sistema de prueba correcto significa invertir en la modularidad.

## LOS SISTEMAS MODULARES SE ESCALAN CON FACILIDAD PARA LAS ONDAS



Un sistema de prueba económicamente eficiente proporciona una plataforma central y aísla los componentes funcionales para la modulación, demodulación, envío y procesamiento de datos. Un diseño de este tipo, permite invertir en componentes que se amplían a diferentes frecuencias. También ayuda a mitigar los costos asociados con el mantenimiento de diversas aplicaciones y con la incertidumbre en el desarrollo de 5G, al mismo tiempo que ofrece capacidades de prueba en total cumplimiento de las normas.

## Los Desafíos de Pruebas: Laboratorio contra Producción

A diferencia de las frecuencias por debajo de 6 GHz, las dimensiones de las antenas en las frecuencias milimétricas son bastante pequeñas. Se fabrican como arreglos unidos al propio circuito integrado, lo que hace que las tecnologías de transmisión sean más económicas, pero más difíciles de caracterizar. Como es común en la etapa de validación, los dispositivos se colocan en cámaras anecoicas con una serie de antenas de prueba en ubicaciones que validan los patrones de emisiones por el aire (OTA). La dificultad para garantizar el aislamiento de la radiación, las pruebas de alto contacto, el costo físico y el tamaño de estas cámaras pueden disminuir su aptitud para la planta de producción.

La dificultad de las pruebas basadas en OTA en producción deja en claro que las soluciones de prueba eficaces deben aprovechar las plataformas funcionales básicas de hardware y software y proporcionar conectividad flexible al dispositivo. El uso de plataformas permite a los fabricantes realizar correlaciones estadísticas con los resultados obtenidos en las pruebas OTA de laboratorio. Mediante el uso del backend común, los fabricantes pueden implementar la solución apropiada para cada situación de prueba sin invertir en una nueva para cada etapa de la cadena de valor.

## Los Diseños Multifunción Aportan Nuevas Consideraciones de Prueba

Otro cambio en los métodos de prueba antiguos es la integración de tecnologías de ondas milimétricas con

otros estándares para formar un sistema inalámbrico “multibanda” que direcciona los usuarios y los datos de manera más eficiente.

Las pruebas de estos dispositivos plantean nuevos interrogantes desde el punto de vista funcional. ¿Son compatibles con todas las bandas en un mismo paquete? ¿Qué puntos de prueba estarán expuestos a las pruebas funcionales? ¿Los dispositivos se probarán en todas las bandas, o se separarán la prueba por debajo de 6 GHz y la de 60 GHz?

Las plataformas PXI mitigan estos desafíos de escalabilidad mediante la inserción de E/S nuevas, para incrementar la funcionalidad. Además, los sistemas tradicionales, no se escalan para manejar otros tamaños de onda pues están limitados por la transferencia de datos y la potencia de procesamiento. A diferencia de los sistemas tradicionales que crecen rápidamente en tamaño y costo, las plataformas modulares como PXI proporcionan una excelente combinación de tamaño, costo y E/S. A medida que las tecnologías evolucionan, PXI parece ser la plataforma de prueba lógica para futuras tecnologías de prueba.

## Estrategia de Prueba = Estrategia de Negocios

Con la fuerte inversión en la investigación de ondas milimétricas para las comunicaciones 5G y la incertidumbre alrededor de las frecuencias que respaldarán este lanzamiento, los desafíos que enfrentan actualmente los fabricantes de RFIC de WiGig seguirán incrementando. Las organizaciones inteligentes planearán estrategias de prueba anticipadamente en colaboración con los proveedores que puedan ofrecer plataformas flexibles y que respalden estrategias de producto a largo plazo. Las plataformas modulares han liderado la investigación de las tecnologías 5G y de ondas milimétricas y continuarán liderando los avances en las pruebas, aportando soluciones rentables y flexibles para la creciente complejidad de las aplicaciones de alta frecuencia.





Corporativo de NI en E.U.  
11500 N Mopac Expwy, Austin, TX 78759-3504  
Tel: 512 683 0100 Fax: 512 683 9300 [info@ni.com](mailto:info@ni.com)

[ni.com/global](http://ni.com/global)—Oficinas Locales  
[ni.com/ato](http://ni.com/ato)

